

1

---

---

---

---

---

---

---

---

### Funzione renale

- Bilancio idrico
- Bilancio elettrolitico
- Recupero di nutrienti
- Rimozione delle scorie
- Escrezione di farmaci (morfina, A, NA, penicillina, vitamine idrosolubili etc.)
- Gluconeogenesi
- Funzione endocrina

2

---

---

---

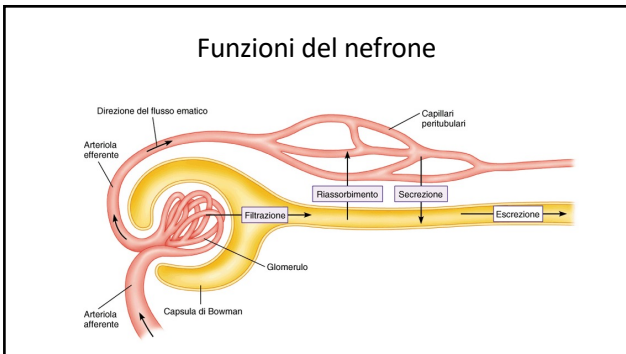
---

---

---

---

---



3

---

---

---

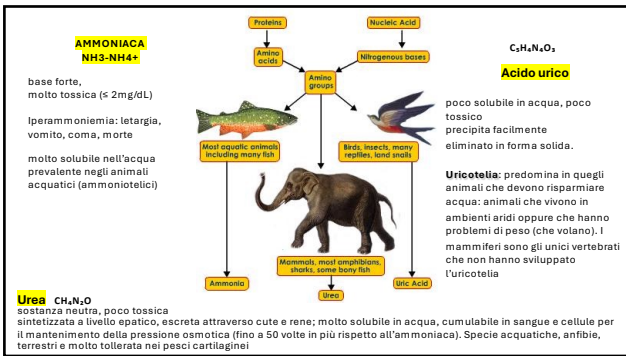
---

---

---

---

---



4

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Ac. urico nella razza Dalmata**

L'acido urico è uno dei numerosi prodotti di biodegradazione del metabolismo del nucleotide purina.

Nei cani gli urati vengono metabolizzati dall'uricasemia epatica in allantoina, che è molto solubile e viene escreta dai reni.

Nel Dalmata, solo il 30-40% dell'acido urico viene convertito in allantoina, il che esita in un aumento dei livelli sierici e dell'escrezione urinaria di urati

L'urolitiasi nei cani di questa razza è probabilmente trasmessa ereditariamente attraverso un carattere autosomico recessivo anche se ciò non spiega l'aumento del rischio di formazione dei calcoli nei cani maschi

Tipo di urolita	Età comunemente colpite	Razze comunemente colpite	Sesso
Struvite	1-8 anni Media 5 anni	Schwaizer Nano Bichon Frisé Shih Tzu Barbone Nano Lhasa Apso	Femmine (>80%)
Ossalato di calcio	8-12 anni Media 8,5 anni	Schwaizer Nano Lhasa Apso Cairn Terrier Yorkshire Terrier Cocker Spaniel Bichon Frisé Shih Tzu Barbone Nano	Maschi (>70%)
Fosfato di calcio	5-13 anni	Yorkshire Terrier	Maschi (>70%)
Urati	Senza PSS* Media 3,5 anni Con PSS* Media <1 anno	Dalmata, Bulldog Inglese, Schwaizer Nano (PSS*) Yorkshire Terrier (PSS*)	Maschi (>85%)
Cistina	2-7 anni Media 5 anni <1 anno nel Terrier scozzese	Bulldog Inglese Bassotto Terrier scozzese	Maschi (>90%)
Silice	4-9 anni	Pastore Tedesco Bobtail	Maschi (>90%)

5

---

---

---

---

---

---

---

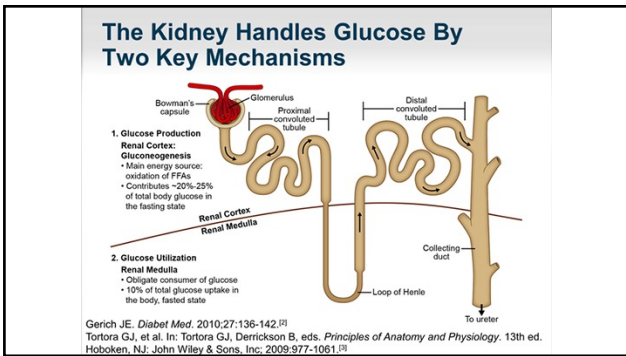
---

---

---

---

---



6

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

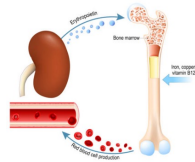
---

### Funzione endocrina renale

- **Eritropoietina (EPO)**: prodotta dai reni in caso di ipossiemia, stimola il midollo a produrre GR

**Animali con gravi alterazioni renali hanno bisogno di somministrazione di EPO come cura dell'anemia.**

L'anemia da malattia renale è ipogenerativa, normocitica e normocromica



Effetti non eritropoietici dell'EPO: negli ultimi due decenni è stato dimostrato che, l'EPO esercita numerose altre funzioni, tra cui:

- neuro-protettive
- anti-apoptotiche
- Antiossidanti
- Angiogenetiche
- immunomodulanti

7

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

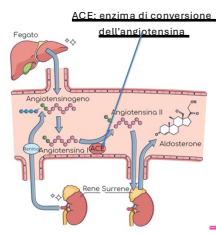
### Funzione endocrina renale

- **Renina** (innesca una cascata che porta a vasocostrizione sistemica)

L'asse renina-angiotensina-aldosterone è il principale meccanismo regolatore dell'escrezione renale di sodio.

Negli stati di deplezione di volume, la velocità di filtrazione glomerulare e la quantità di cloruro di sodio che giunge ai nefroni distali si riducono, determinando il rilascio di renina. La renina scinde l'angiotensinogeno e forma l'angiotensina I.

L'ACE scinde l'angiotensina I in angiotensina II, potente vasocostrittore



8

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Funzione endocrina renale

- **Vitamina D3** (calcitriolo, favorisce l'assorbimento del calcio)

Environment	Gravity	Calcium	Bone Remodeling
Aquatic	Low	High	Low
Terrestrial	High	Low	High

↓ Vit D/Phos: Rickets

High Solar Radiation Dark, Low Alt: Rickets

Parathyroid Hormone Phosphatonin FGF23 Vitamin D Endocrine System

Metabolic Bone Disease

No Dermal Vit D High Phos/Vit D Diet

Rickets: Rare

Phos: Rickets Osteophagia

International Journal of Pathology  
The pathology of vitamin D deficiency in domesticated animals: An evolutionary and comparative overview  
Elsbeth W. Lutz

Il metabolismo del calcio dipende da vari fattori:

**Paratiroidi: PTH** (si attiva in condizioni di ipocalcemia per aumentare i livelli di calcio ematico)

**Calcitonina**: prodotta dalle cellule C tiroidee e K dell'epitelio respiratorio

**Re: vitamina D3**

**Rapporto Ca/P**



### Vit. D in conigli e cavalli

- Sia i conigli che i cavalli:
- hanno un assorbimento intestinale "non selettivo" del calcio;
  - sono relativamente indipendenti dalla vitamina D;
  - controllano il calcio a valle, attraverso l'eliminazione renale.

Questa strategia è diversa dagli esseri umani e da molti altri mammiferi, dove l'assorbimento intestinale è fortemente regolato dalla vitamina D.

International Journal of Endocrinology  
 The pathology of vitamin D deficiency in domesticated animals: An evolutionary and comparative overview  
 Blalock W. (16)

Environment	Quality	Calcium	Bone Remodeling
Aquatic	Low	High	Low
Terrrestrial	High	Low	High

High Solar Radiation: Dark, Low Alt: Rickets  
 VED/Phos: Rickets  
 Parathyroid Hormone, Phosphatonin PGE23, Vitamin D Endocrine System  
 Metabolic Bone Disease  
 No Dietary Vit D, High Phos/Vit D Diet  
 Rickets: Rare  
 Photo: Rickets Osteoporosis

10

---

---

---

---

---

---

---

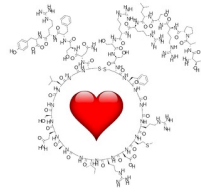
---

---

---

### Funzione endocrina renale

- **Urodilatina:** fa parte dell'asse cardiorenale di controllo del sodio insieme al Fattore Natriuretico Atriale (prodotto dal cuore).
- provoca vasodilatazione dei vasi renali facendo diminuire la pressione sistemica (importante nell'ipertensione: fattore protettivo per il cuore)
- agisce come ormone paracrino, in quanto prodotto e secreto direttamente dal tubulo distale con effetto sul dotto collettore (> diuresi e inibizione del riassorbimento del sodio, quindi > escrezione)



11

---

---

---

---

---

---

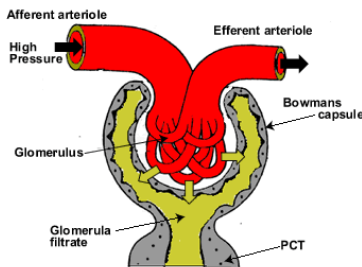
---

---

---

---

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TERAMO  
 UNITE



PROF.SSA PIA LUCIDI:  
 RICEVIMENTO: plucidi@unite.it

12

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

In un soggetto a riposo il rene riceve circa il 20-25% della portata cardiaca a fronte di una massa dei reni di circa 0.5% della massa corporea totale

**Es: in un cane di 20 kg ciò significa circa 80L/24h**



→ = 1200 ml/min  
 → 1700 litri al giorno  
 → 63000 litri in un anno  
 → 44 milioni litri in 70 anni

Il flusso plasmatico renale è circa il 5% del flusso ematico renale.

Il volume del filtrato glomerulare è circa il 20% del flusso plasmatico renale (= 180 litri al giorno; = 5 milioni litri in 70 anni).

Il volume di urina prodotta è

≈ 1 ml/min  
 ≈ 1,5 litri al giorno  
 ≈ 550 litri in un anno  
 ≈ 38500 litri in 70 anni

Circa il 99% dell'ultrafiltrato deve ritornare in circolo

14

---

---

---

---

---

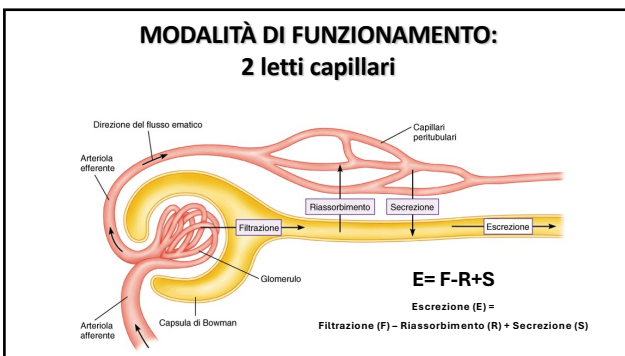
---

---

---

---

---



15

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**DEFINIZIONI**

- **Ultrafiltrazione** è il movimento di acqua e soluti dal sangue nel lume del tubulo renale per formare il filtrato
- **Riassorbimento** è il movimento di acqua e soluti dal lume del tubulo verso il sangue attraverso le cellule epiteliali
- **Secrezione** è il movimento dei soluti dal sangue (attraverso le cellule epiteliali) nel tubulo
- **Escrezione** è la rimozione di acqua e soluti dall'organismo sottoforma di urine

16

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Sofferenza renale: clearance della creatinina**

- La creatinina è un prodotto di scarto del metabolismo muscolare (utilizzata per la produzione di energia)
- Viene filtrata nel glomerulo e poi non viene riassorbita né secreta dai tubuli, pertanto rimane nelle urine
- La sua misurazione nelle urine è correlata direttamente all'efficienza del filtro renale (velocità di filtrazione glomerulare)
- Se c'è un aumento di creatinina nel SANGUE significa che il rene non la filtra (insufficienza renale)

I valori normali di creatinina ematica per cani e gatti sono generalmente inferiori a 1,4-1,6 mg/dl. Tuttavia, i valori possono variare leggermente a seconda della razza e della muscolatura dell'animale (es. cani di grande taglia o sportivi). I valori più alti possono indicare insufficienza renale.

17

---

---

---

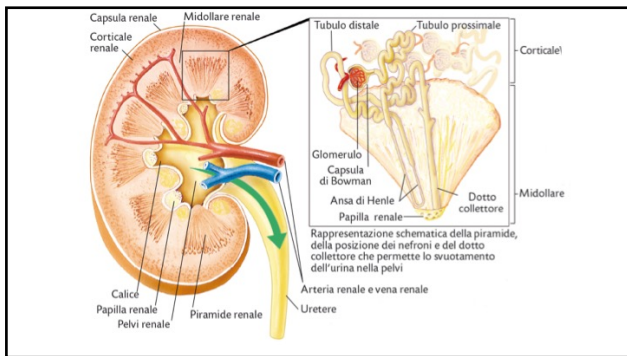
---

---

---

---

---



18

---

---

---

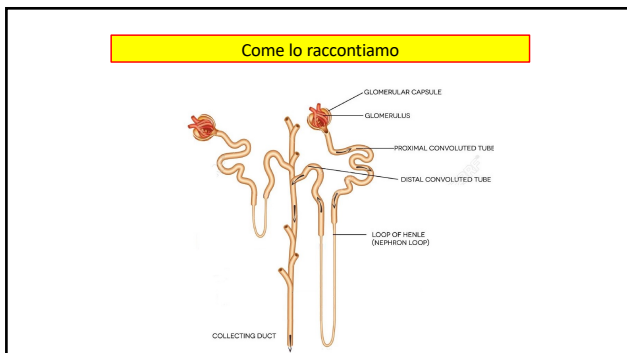
---

---

---

---

---



19

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ultrafiltrazione

- Il processo avviene nel glomerulo
- La pressione di filtrazione è dovuta a :
  - Pressione idrostatica nei capillari del glomerulo
  - Pressione oncotica (colloidosmotica) del sangue
  - Pressione idrostatica della capsula di Bowman
- Il filtro non permette il passaggio di proteine, cellule e soluti a causa della loro grandezza e della carica elettrica.

20

---

---

---

---

---

---

---

---

### Fattori che agiscono sulla filtrazione

- Fattori **pro-filtrazione**
  - pressione idrostatica nell'arteria renale
  - organizzazione arteriole del glomerulo
- Fattori **anti-filtrazione**
  - filtro cellulare
  - pressione tubulare
  - pressione colloidosmotica

21

---

---

---

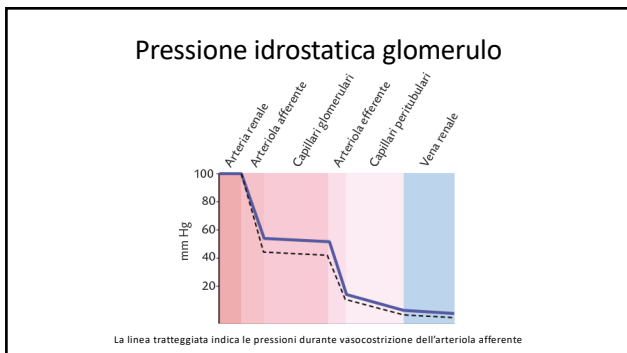
---

---

---

---

---



22

---

---

---

---

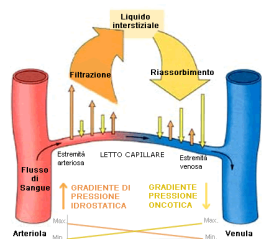
---

---

---

---

Come è possibile che la pressione rimanga alta per tutta la lunghezza del capillare?



23

---

---

---

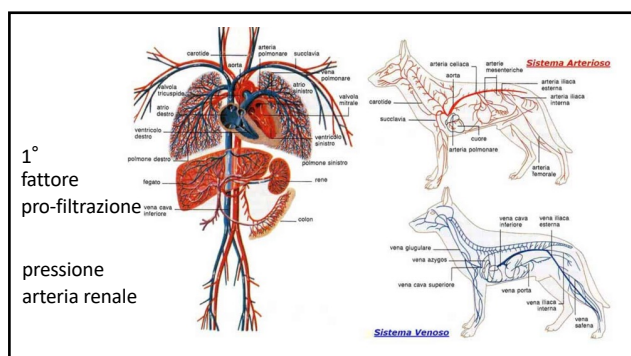
---

---

---

---

---



1°  
fattore  
pro-filtrazione  
  
pressione  
arteria renale

24

---

---

---

---

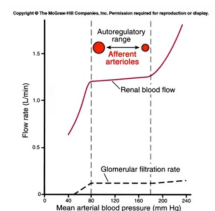
---

---

---

---

3° fattore: controllo del flusso glomerulare (Glomerular Filtration Rate GFR)



• **Regolazione della pressione:**

– meccanismo miogenico di feedback (autoregolazione)

25

---

---

---

---

---

---

---

---

### meccanismo miogenico autoregolazione del flusso renale

La pressione filtrante netta è dovuta alla pressione idrostatica e alla resistenza arteriolare.

L'arteriola afferente ed efferente possono essere regolate indipendentemente

26

---

---

---

---

---

---

---

---

### meccanismo miogenico autoregolazione del flusso renale ritardo nella caduta di pressione

28

---

---

---

---

---

---

---

---

### PRESSURES IN THE CIRCULATION

- The afferent and efferent arterioles are the major resistance sites
- Thus these are the major sites for control of RBF.
- $H.P. > \pi_b$  in glomerular capillaries; thus filtration occurs.
- $\pi_b > H.P.$  in peritubular capillaries; thus absorption occurs.

29

---

---

---

---

---

---

---

---

### Feedback tubulo-glomerulare

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission is granted for reproduction in any form.

- **Regolazione della pressione:**
  - meccanismo miogenico di feedback (autoregolazione)
  - **Feedback tubulo-glomerulare (macula densa TCD)**

30

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Feedback tubuloglomerulare

**Cell. macula**

Sono chemiocettori, risentono della riduzione della concentrazione di Na

**Cell. juxtaglomerulari**

sono cellule voluminose, simil-epiteliali che formano una specie di manicotto attorno al lume dell'arteriola afferente. Sono probabilmente fibrocellule muscolari lisce modificate, e nel loro citoplasma contengono granuli secretori. Secernono **RENINA**

31

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Feedback tubuloglomerulare-RAAS

La renina attiva il **Sistema Renina Angiotensina Aldosterone (RAAS)**, che induce una vasocostrizione sistemica

Paradossalmente, se la diminuzione di pressione è dovuta a ostruzione dell'arteria renale (esperimenti di Goldblatt su cani) la produzione di renina aumenta, portando a > vasocostrizione sistemica e ipertrofia cardiaca

32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



33

---

---

---

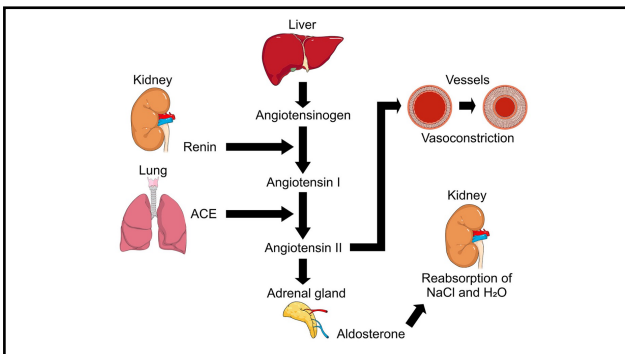
---

---

---

---

---



34

---

---

---

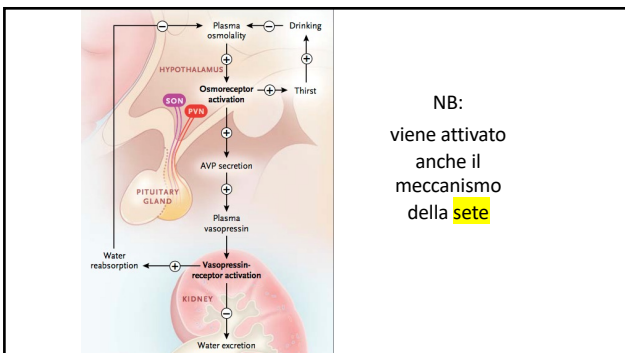
---

---

---

---

---



35

---

---

---

---

---

---

---

---

### Attività SN simpatico

- agisce su tutte le arterie
- meccanismo di salvaguardia in caso caduta di pressione elevata (es. emorragia) o necessità urgenti (attacco/fuga)

**PRIORITÀ DELLA CIRCOLAZIONE**

diminuzione dell'irrorazione renale

mantenimento dell'irrorazione cardiaca e cerebrale

aumento dell'irrorazione a livello di muscolo scheletrico



36

---

---

---

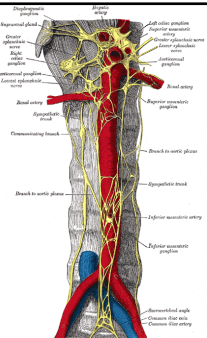
---

---

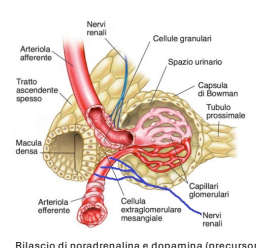
---

---

---



### SN Simpatico



Rilascio di noradrenalina e dopamina (precursore)

37

---

---

---

---

---

---

---

---

### Fattori che agiscono sulla filtrazione

- Fattori **pro-filtrazione**
  - pressione idrostatica nell'arteria renale
  - valore ematocrito
  - organizzazione arteriole del glomerulo
- Fattori **anti-filtrazione**
  - filtro cellulare
  - pressione tubulare
  - pressione colloidosmotica

38

---

---

---

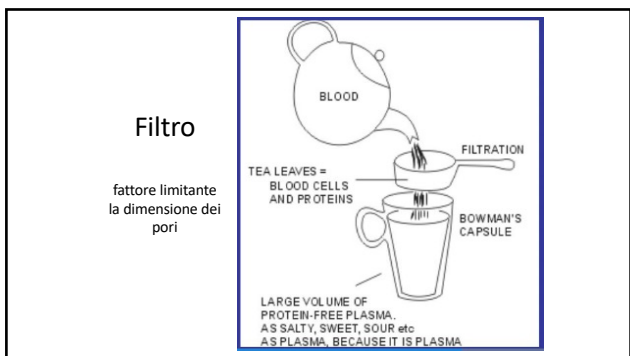
---

---

---

---

---



39

---

---

---

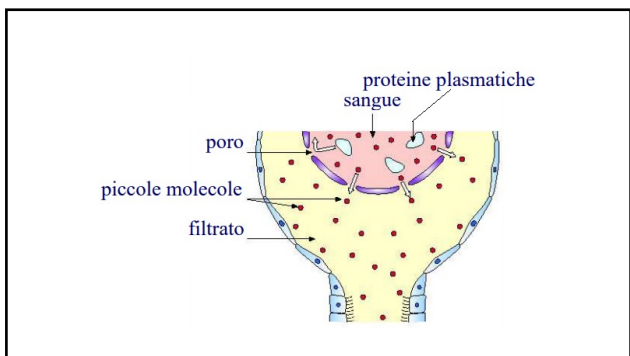
---

---

---

---

---



40

---

---

---

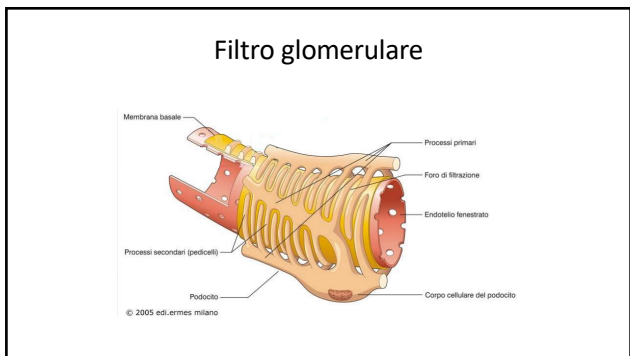
---

---

---

---

---



41

---

---

---

---

---

---

---

---

### Fattori limitanti: pori

endotelio  
membrana basale  
spazio tra pedicelli

Membrana basale: formata da collagene e proteoglicani  
 Porosità: 5-8 nm  
 FATTORE LIMITANTE: le cariche negative dei proteoglicani che respingono le proteine

42

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Pressione tubulare

La pressione colloidosmotica nella CAPSULA è insignificante: le proteine sono pressoché assenti

Pedicelli dei Podociti  
 Pori endotelio  
 Pori epitelio capsula  
 Capillare  
 Lamina basale  
 Filtrato  
 Capsula di Bowman

43

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## PRESSIONE TUBULARE

Presenza di ultrafiltrato nella capsula e nei tubuli via via fino all'uretra

Se aumenta (15->25 mmHg)  
 anuria → coma → morte

CAUSE ostruzioni  
 cristalli di ematina  
 tumori  
 calcoli  
 ...

Kidney  
 Kidney (inside view)  
 Renal pelvis  
 Calyx  
 Ureter  
 Bladder  
 Opening of ureter (ureteral orifice)  
 Urethra  
 Internal sphincter  
 External sphincter

44

---

---

---

---

---

---

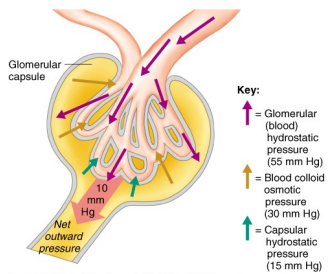
---

---

---

---

Riassumendo: pressioni nel glomerulo



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison-Wesley Longman, Inc.

---

---

---

---

---

---

---